

ISSN: 2594-0937

REVISTA ELECTRÓNICA MENSUAL

# Debates sobre Innovación

DICIEMBRE  
2019

VOLUMEN 3  
NÚMERO 1

XVIII Congreso Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica  
ALTEC 2019 Medellín



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
Unidad Xochimilco



MEGI  
MAESTRÍA EN ECONOMÍA, GESTIÓN  
Y POLÍTICAS DE INNOVACIÓN



LALICS

LATIN AMERICAN NETWORK FOR ECONOMICS OF LEARNING,  
INNOVATION AND COMPETENCE BUILDING SYSTEMS

# FOTOGRAMETRÍA COMO HERRAMIENTA DE PRESERVACIÓN VISUAL DE FAUNA ENDÉMICA COLOMBIANA EN ESTADO DE AMENAZA PRESENTE EN EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA.<sup>1</sup>

## AUTOR

Salomé Gómez Atehortúa

Servicio Nacional de Aprendizaje – Centro de Servicios y Gestión Empresarial, Semillero ITADIR, Colombia.  
sgomez713@misena.edu.co

Juliana Silva Bolívar

Servicio Nacional de Aprendizaje – Centro de Servicios y Gestión Empresarial, Grupo de investigación GIGAT, Semillero ITADIR, Colombia.  
julisilva\_87@misena.edu.co

Gabriel Jaime Silva Bolívar

Servicio Nacional de Aprendizaje – Centro de Servicios y Gestión Empresarial, Grupo de investigación GIGAT, Semillero ITADIR, Colombia.  
gsilva42@misena.edu.co

Leidy Yuliana Arenas Becerra

Servicio Nacional de Aprendizaje – Centro de Servicios y Gestión Empresarial, Grupo de investigación GIGAT, Semillero ITADIR, Colombia.  
lyarenas9@misena.edu.co

Yuliana Andrea Areiza Rico

Servicio Nacional de Aprendizaje – Centro de Servicios y Gestión Empresarial, Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (SENNOVA), Colombia.  
yareiza@sena.edu.co

## RESUMEN

En nuestros tiempos, observamos cambios acelerados en los ecosistemas de todo el planeta producto del cambio climático (Pecl, 2017), la pérdida de especies por extinción se hace normal e inevitable, con amenaza de incremento acelerado en sus cifras (Urban, 2015). El trabajo de las colecciones es recolectar las especies para su posterior conservación, dejándolas disponibles para estudios. Sin embargo, al sumergirlas en los químicos necesarios, la pérdida del color y textura, constituyen un problema para el análisis. Una solución es registrar estas características a partir de fotografía o texto en libros taxonómicos o vídeos. Pero, la visualización de los organismos no es completa, dado que en libros taxonómicos se presentan dibujos o fotos en baja resolución, así que la información que vemos es parcial, no permitiendo apreciar su morfología completa.

Es así como nace la idea de implementar las tecnologías actuales para solucionar el problema de preservar estos organismos, permitiendo capturas tridimensionales de los organismos, donde el

---

<sup>1</sup> *Fotogrametría como herramienta de preservación visual de fauna endémica colombiana en estado de amenaza presente En el Departamento de Antioquia*. Febrero 16 de 2018. Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (SENNOVA), Grupo de Investigación en Gerencia y Aplicación de la Ciencia y Tecnología (GIGAT), Semillero de Investigación en integración de Técnicas de Animación Digital y la Realidad (ITADIR), Centro de Servicios y Gestión Empresarial, Regional Antioquia. SENA.

resultado final es una copia idéntica del mismo, dando como resultado la apreciación total de su morfología y color (Evin, 2016). La técnica seleccionada para esta investigación es la fotogrametría, como disciplina encargada de calcular las dimensiones y posiciones de los objetos en el espacio a partir de fotografías.

Este artículo, presenta resultados parciales de la aplicación de técnicas de fotogrametría como herramienta tecnológica para la preservación visual tridimensional de organismos biológicos, enfocándose en especies de fauna endémica colombiana, presentes en el departamento de Antioquia; con algún estado de amenaza de extinción para sus poblaciones, mostrando como primera aproximación, el levantamiento morfológico de un escarabajo Hércules y un escarabajo rinoceronte disecados.

**Palabra claves:** Fotogrametría; Colecciones Biológicas; Fauna endémica; Preservación visual; Conservación.

## 1. Introducción.

Colombia es el segundo país con más biodiversidad a nivel mundial, haciendo parte de los diecisiete países megadiversos del mundo, solo superado por Brasil. Pero en su último informe “Colombia Viva – Informe 2017”, World Wildlife Fund – Colombia, revela que más de la mitad de los ecosistemas del país se encuentran en alarmante deterioro. Según cifras estimadas, cerca del 31% de los ecosistemas han sufrido alguna alteración, siendo la destrucción de hábitats naturales el factor más común; poniendo en riesgo de extinción las 9153 especies endémicas, de las cuales 465 ya se encuentran en estado crítico. (WWF – Colombia, 2017)

En el país se identifican cinco importantes biosferas. Una de las más relevantes se encuentra localizada en la región Andina, debido a que alberga la mayoría de los páramos del país, y de la cual Antioquia hace parte. A pesar de esto, el Instituto Humboldt, encargado de monitorear los recursos biológicos del país, ha encontrado que la biodiversidad colombiana ha tenido una disminución del 18% a 2017. (Humboldt, 2017).

Actualmente, Colombia cuenta con 232 colecciones biológicas debidamente legalizadas, que se encuentran catalogadas como Patrimonio Estratégico de la Nación y son evidencia de la gran riqueza biológica que se encuentra en el territorio colombiano, de acuerdo con el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. (SiB Colombia, 2018).

Debido a esta preocupante y creciente situación se busca emplear una solución tecnológica para la conservación, que permita resaltar las características morfológicas y estructurales de especímenes endémicos. En este punto, se identifica desde el Semillero de Investigación en integración de Técnicas de Animación Digital y la Realidad (ITADIR) del Centro de Servicios y Gestión Empresarial SENA Regional Antioquia, la fotogrametría básica de corto alcance desde una visión técnica de uso, como herramienta para crear modelos tridimensionales de alta definición con topología y texturizado correcto; que permitan replicar digitalmente la estructura, morfología y superficies irregulares de la fauna colombiana; centrándose en las poblaciones que se encuentran en riesgo de extinción en el departamento de Antioquia y con réplicas en repositorios

institucionales, para luego ser empleados en la base de datos del aplicativo web “ENDDÉ”, formando así una colección biológica digital.

## 2. Metodología.

La creación de la colección biológica digital, requiere básicamente de dos componentes, el conocimiento de la técnica de fotogrametría y el conocimiento morfológico de las especies a digitalizar. Así, la investigación tiene un enfoque cualitativo donde se busca el aprovechamiento de las tecnologías digitales en la transformación de las técnicas de preservación tradicional de ecosistemas, con un interés particular en fauna endémica y puntualmente en el levantamiento de imágenes de alta calidad y textura que permitan resaltar las características de los especímenes. Para lograr la captura fotogramétrica de los individuos, se requiere de un sistema de equipos de alta calidad, empleando como mínimo tres anillos de captura de fotografía alrededor del individuo, para lograr obtener los puntos de referencia de 360° de su fisionomía, teniendo en cuenta que la cantidad de anillos varían dependiendo del tamaño del espécimen y la cantidad de detalles que se quiere obtener de este. Así, la creación de la colección biológica se encuentra segmentada en cuatro fases: análisis, clasificación, implementación y divulgación. Donde la primera de estas es permanente a lo largo de todo el montaje de la colección y las tres últimas se requieren por cada espécimen que la integra.

### Fase 1 – Análisis

**Contextualización del proyecto:** Revisión bibliográfica de la aplicación de levantamiento de imágenes digitales en el campo de la biología y los antecedentes del uso de técnicas de fotogrametría como herramienta de preservación visual.

### Fase 2 - Clasificación

**Selección del espécimen a replicar,** sus características principales, especie y el estado del cuerpo a replicar

**Establecer el proceso técnico para la adecuada captura fotogramétrica:** considerar el equipamiento requerido y su posición, secuencia e intensidad de iluminación para resaltar los detalles y/o características del objeto de estudio; estandarizando el proceso para que pueda ser replicado sin problemas.

**Generar el protocolo para el apropiado manejo de los especímenes** contando con el apoyo de biólogos especializados, con el fin de garantizar la manipulación adecuada del espécimen, previendo que el uso de la técnica sea lo menos invasiva posible

### Fase 3 – Implementación

**Realizar la captura fotogramétrica y crear el modelo tridimensional** de los especímenes  
**Evaluación de detalles del modelo tridimensional acorde a las características biológicas del espécimen,** por parte de los biólogos, una vez avalada se establece como una entrada para la colección biológica virtual.

## **Fase 4 – Divulgación**

### **Consignar los datos en la plataforma web**

**Distribuir la colección**, lo que se traduciría como el lanzamiento de la plataforma web para que el público pueda acceder a la colección biológica virtual.

## **3. Desarrollo**

En la primera fase se llevó a cabo una profunda revisión bibliográfica en bases de datos en búsqueda de artículos, estudios y/o investigaciones relacionadas a la aplicación de la fotogrametría en el campo de conservación y preservación biológica. Sin embargo, fue evidente la innovación de la aplicación ya que no se encontraron precedentes. Las aplicaciones convencionales de la fotogrametría están enfocadas a levantamientos topográficos, arqueología y arquitectura; aunque usos más recientes han permitido la réplica digital de objetos tridimensionales a partir de múltiples tomar fotográficas y un tratamiento digital de imágenes, el cual actualmente es automatizado desde software.

Para un adecuado procesamiento de imágenes y la reconstrucción digital del objeto se identificó que:

- Las imágenes deben tener el mismo formato y una alta resolución gráfica.
- A mayor irregularidad de la topología, se hace necesario un mayor número de fotografías.
- Las zonas con topología compleja requieren de fotos adicionales.
- El uso de fondo debe de ser blanco o en croma verde, para mejorar el contraste de las fotografías.
- La cantidad de cámaras que se requieren está directamente relacionada con el tamaño del espécimen; a mayor tamaño más cantidad de cámaras es necesaria, a menor tamaño del espécimen lo más adecuado es realizar la captura de las fotografías con una sola cámara.
- En cuanto a la iluminación, se ha descubierto que debe ser uniforme y suave, evitando usar las luces directas, para mantener el contraste entre las zonas de sombra y luz, además es probable que se puedan generar zonas quemadas (sobreexpuestas) las cuales el software no las percibe a la hora de realizar el procesamiento y este produce un modelo con fallas.
- Detalles interpuestos, como el cabello o las hojas de un árbol, no pueden ser recreados en el modelo tridimensional mediante la fotogrametría, solo puede ser recreado todo aquello que tenga volumen y pueda ser capturado fotográficamente desde todos sus ángulos y con buen enfoque.
- Se requieren conocimientos elevados en fotografía e iluminación al igual que un buen lente para lograr modelos de alta calidad mediante configuraciones manuales, dado que los resultados de estos dependen de la calidad de las fotos.
- La captura fotogramétrica de organismos vivos resulta poco viable y de bajo interés científico dados los movimientos que realiza el espécimen al momento de la captura fotográfica, lo que no permite apreciar en una pose adecuada todas sus características.

Una vez definidas todas las consideraciones técnicas para el uso de la fotogrametría, se procedió a realizar una serie de experimentos en el Laboratorio de Animación del Centro de Servicios y Gestión Empresarial CESGE del SENA Medellín, por parte de aprendices, investigadores e instructores asociados al Semilleros ITADIR, para la validación de la aplicación y el análisis de los modelos tridimensionales obtenidos tras el procesamiento del software fotogramétrico, cuyos análisis permitan consolidar la interacción con repositorios taxonómico especializado y materializar alianzas con grupos de investigación y universidades que vislumbren el potencial de la aplicación y aporten con sus conocimientos biológicos al perfeccionamiento de los modelos y la conformación de una colección biológica virtual.

Actualmente, la investigación se encuentra en curso. Dentro de los resultados más relevante se encuentran los levantamiento digitales de dos insectos disecados: un escarabajo Hércules y un escarabajo rinoceronte, los cuales validaron con éxito la aplicación y a partir de los cuales se procede a la realizando de alianzas con repositorios taxonómicos para tener acceso a los especímenes, definir los protocolos de manejo y generar las entradas al catálogo digital, el cual en esta etapa de la investigación se enfocará a fauna endémica de los ecosistemas antioqueños.

#### **4. Resultados.**

Entre los retos particulares que presenta la investigación se encuentra el hecho de que uno de los mayores rasgos de la biodiversidad de Colombia reside en la abundancia de especies de pequeño tamaño tales como: insectos, anfibios, reptiles y aves, incluso roedores por parte de los mamíferos. Debido a su pequeño tamaño, la calidad de la captura fotográfica necesaria para su reconstrucción tridimensional es especialmente desafiante, puesto que los detalles de su morfología no son procesados adecuadamente por softwares fotogramétricos, impidiendo la apropiada construcción y texturización de los modelos tridimensionales digitales.

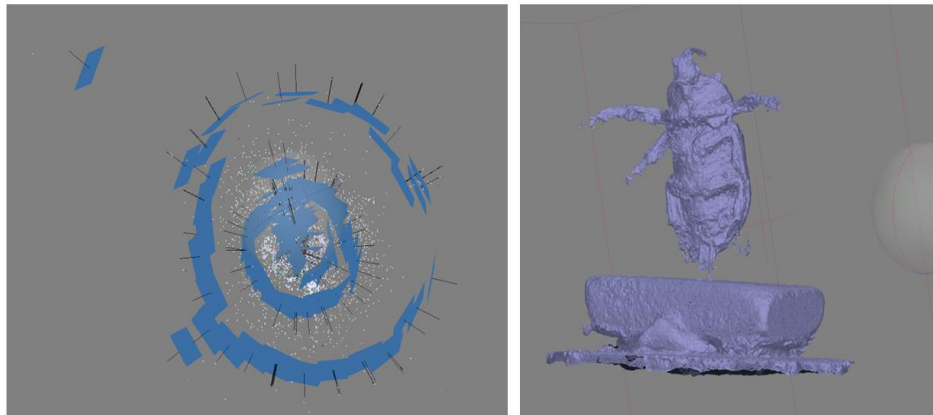
Las primeras aproximaciones de la aplicación de fotogrametría para el levantamiento de especímenes biológicos disecados, realizada desde el Laboratorio de Animación del CESGE, corresponde a dos especímenes de las subfamilias de escarabajos. En la figura 1 se observa el modelo disecado de un escarabajo rinoceronte posicionado para la toma de imágenes, las cuales una vez capturadas son procesadas por el software, generando un modelo básico tridimensional como se observa en la figura 2 y a partir del cual se procede a hacer un refinamiento gráfico para darle definición y apariencia al modelo, hasta obtener un modelo terminado como el que se observa en la Figura 3.

*Figura 1. Espécimen de escarabajo rinoceronte, utilizado en la reconstrucción digital*



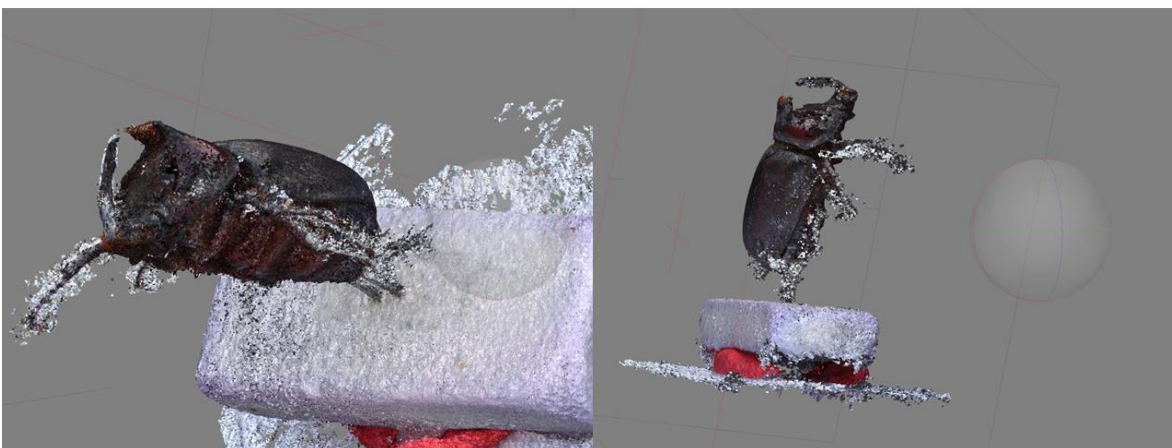
**Fuente:** Elaboración propia.

*Figura 2. Proceso de creación del modelo tridimensional. Posicionamiento de cámara (Izquierda)  
Modelo tridimensional (Derecha)*



**Fuente:** Elaboración propia.

*Figura 3. Resultado obtenido del experimento*



**Fuente:** Elaboración propia.

Estas imágenes muestran la evolución de la calidad del levantamiento tridimensional digital de especímenes, por ejemplo la figura 1, se obtuvo a partir de la captura de 159 fotografías del modelo, realizadas a una cámara, en este caso específico el espécimen fue colocado sobre una plataforma giratoria para tomar una foto cada 5° de rotación. Este proceso fue realizado para 3 anillos a diferentes distancias.

Entre los hallazgos más representativos, se identifica que los destellos producidos por el exoesqueleto reflejan un inconveniente al estar expuesto a los reflectores que se utilizaron para lograr la iluminación apropiada, impidiendo la correcta lectura por parte del software de reconstrucción tridimensional.

Para futuros experimentos se concluyó que este método puede ser utilizado bajo algunas mejoras, como la utilización de una iluminación difuminada, manejar un control de distancia focal, conservando siempre la misma y su grado de rotación sea mayor para que el software tenga menos fotos que analizar y tengan una diferencia de angulación más evidente.

Teniendo en cuenta las anteriores especificaciones se realizó un nuevo experimento con el espécimen del escarabajo hércules, como se puede evidenciar en las figuras 4, 5 y 6.

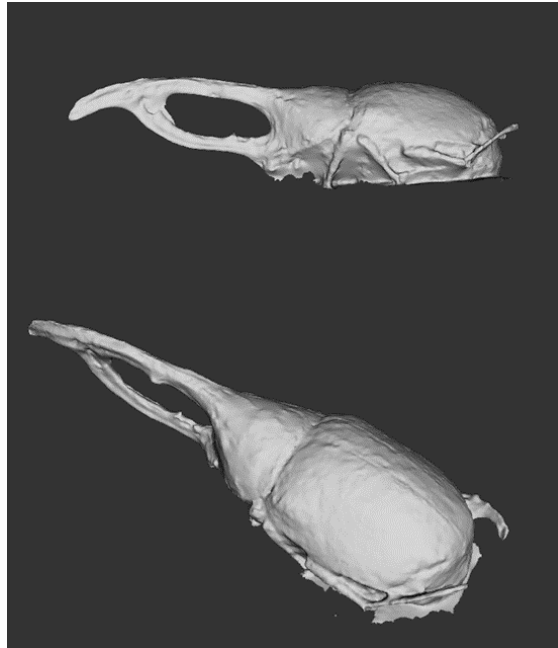
*Figura 4. Especimen de escarabajo hércules, utilizado en la reconstrucción digital, toma de objeto real.*



**Fuente:** Elaboración propia.



*Figura 6. Proceso de creación del modelo tridimensional.*



**Fuente:** Elaboración propia.

*Figura 5. Resultado obtenido de la digitalización*



**Fuente:** Elaboración propia.

## 5. Discusión y análisis

Como se observa en las Figuras 1 a 7, la técnica de fotogrametría replica con gran exactitud la morfología de los modelos utilizados. Del mismo modo, a medida que se refina la captura de imágenes y el manejo de la iluminación se logra obtener mayor definición en pequeños detalles. Desde el punto de vista biológico los modelos tridimensionales obtenidos, corresponden a una copia del espécimen original, con la gran ventaja de que se puede manipular, acercar y analizar sin ningún riesgo de deterioro. Esto constituye una gran oportunidad para que desde el Laboratorio de Animación y su semillero de investigación se generen alianzas con grupos de investigación dedicados a la conservación de especies e incorporar en estas nuevas técnicas de análisis de espécimen, ahora soportados en la transformación digital.

Sin embargo, dada la importancia de las colecciones biológicas por ser repositorios de la historia del territorio y estar enfocadas a la preservación, son múltiples los inconvenientes que se encuentran para acceder a los especímenes:

1. Son de difícil acceso, siendo solo posible para académicos que posean trayectoria científica y que estén previamente avaladas por las instituciones que tienen las colecciones biológicas.
2. Se deterioran con el tiempo, ya que están compuestas por materiales biológicos que se desgastan con el paso del tiempo, sumando el hecho de que los químicos que se utilizan para su preservación afectan a los individuos.

Es por ello que en el laboratorio de Animación y el semillero ITADIR formuló este proyecto, el cual busca dar solución a estas dos problemáticas a través de la creación de una colección biológica virtual, permitiendo el acceso a todo público, sin que esto afecte las condiciones de los individuos que hacen parte de las colecciones, ya que al no ser físicas no se deterioran con su constante manipulación y no son necesarios los químicos para su preservación los cuales también afectan las características morfológicas de los individuos tales como: su color, textura, piel, y otros rasgos propios de estos.

## 6. Conclusiones

Gracias a las tecnologías actuales, como la técnica de la fotogrametría es posible la obtención de modelos digitales tridimensionales, a partir de un espécimen real de forma más factible, como se puede evidenciar en los resultados parciales, logrando la conservación de estos en un formato virtual sin perder los detalles de sus características morfológicas con el paso de tiempo, convirtiéndolas en colecciones atemporales y así aumentado los repositorios de las especímenes de la fauna endémica del territorio Colombiano.

## 8. Referencias.

Evin, A., Souter, T., Hulme-Beaman, A., Ameen, C., Allen, R., Viacava, P., ... Dobney, K. (2016). The use of close-range photogrammetry in zooarchaeology: Creating accurate 3D models of wolf crania to study dog domestication. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 9, 87–93. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2016.06.028>

National Geographic. (2017). Explore a Toad's digital clone. Artículo web. <https://www.nationalgeographic.com/magazine/2017/05/explore-3D-animals/>

Pecl, G. T., Araújo, M. B., Bell, J. D., Blanchard, J., Bonebrake, T. C., Chen, I. C., ... Williams, S. E. (2017). Biodiversity redistribution under climate change: Impacts on ecosystems and human well-being. *Science*. <https://doi.org/10.1126/science.aai9214>

Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB). (2018). Biodiversidad en cifras. <https://sibcolombia.net/actualidad/biodiversidad-en-cifras/>

Urban, M. C. (2015). Accelerating extinction risk from climate change. *Science*, 348(6234), 571 LP-573. Retrieved from <http://science.sciencemag.org/content/348/6234/571.abstract>

World Wildlife Fund – Colombia. (2017). WWF-Colombia presenta “Colombia Viva – Informe 2017”, el primer gran análisis del estado de los ecosistemas del país. Artículo web.